



⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑯ Offenlegungsschrift  
⑯ DE 198 48 124 A 1

⑯ Int. Cl. 7:  
**B 29 B 7/90**  
B 29 C 47/64  
B 29 C 70/00

⑯ Aktenzeichen: 198 48 124.1  
⑯ Anmeldetag: 19. 10. 1998  
⑯ Offenlegungstag: 20. 4. 2000

DE 198 48 124 A 1

⑯ Anmelder:  
Krupp Werner & Pfleiderer GmbH, 70469 Stuttgart,  
DE

⑯ Vertreter:  
Patentanwälte Rau, Schneck & Hübner, 90402  
Nürnberg

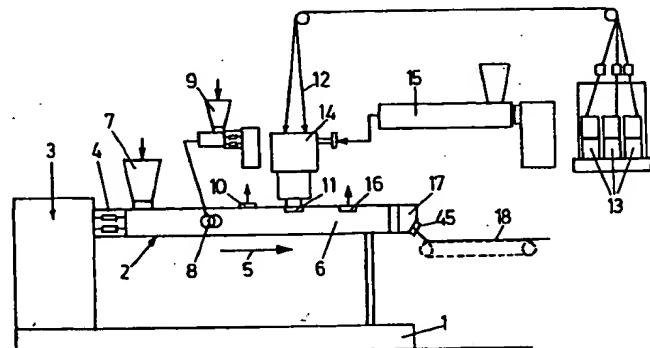
⑯ Erfinder:  
Scheuring, Bernhard, 71563 Affalterbach, DE;  
Häring, Erwin, Dipl.-Ing., 70195 Stuttgart, DE;  
Schwendemann, Daniel, 70839 Gerlingen, DE

⑯ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:  
DE-AS 14 54 802  
DE 195 23 490 A1  
FR 20 25 464  
FR 14 25 099  
GB 11 51 964  
US 51 10 275  
US 51 06 564  
US 48 97 233  
EP 01 24 003 A3  
HÄRING, Erwin: Füllen, Verstärken, Legieren.  
In: Kunststoffjournal 6/89, S.32-40;  
JP Patents Abstracts of Japan:  
4-125110 A., M-1296, Aug. 17, 1992, Vol. 16, No. 384;  
59-227409 A., M- 377, May 8, 1985, Vol. 9, No. 103;

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑯ Verfahren zur Herstellung von gefüllten, modifizierten und mit Fasern verstärkten Thermoplasten und  
Doppel-Schnecken-Extruder zur Durchführung des Verfahrens

⑯ Ein Verfahren zur Herstellung von gefüllten, modifizierten und mit Fasern verstärkten Thermoplasten zeichnet  
sich dadurch aus, daß in nur einem Herstellungsvorgang  
Polymer als Matrixmaterial zusammen mit Blendpolymer  
einem Doppel-Schnecken-Extruder (2) zugeführt wird,  
wobei nach dem Aufschmelzen Füllstoff durch eine Zu-  
föhreinrichtung (8) zugeführt wird. Anschließend werden  
Faser-Rovings (12) zugeführt und in einer Faser-Einmisch-  
zone zu langen Faserabschnitten zerschnitten.



## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren Verfahren zur Herstellung von gefüllten, modifizierten und mit Fasern verstärkten Thermoplasten nach dem Oberbegriff des Anspruches 1 und einen Doppel-Schnecken-Extruder nach dem Oberbegriff des Anspruches 7.

Es ist ein Verfahren der gattungsgemäßen Art bekannt, bei dem geschnittene Glas-Fasern mit einer mittleren Länge von 3 bis 6 mm einem Extruder mittels einer sogenannten Seitenbeschickung zugeführt werden. Diese Fasern werden beim Einmischen auf eine mittlere Länge von 0,3 bis 0,6 mm zerschnitten. Grundsätzlich liegt der Vorteil der eingemischten Füllstoffe darin, daß das fertige Produkt verbilligt wird; Füllstoffe führen in der Regel aber auch dazu, daß der E-Modul des Thermoplasts erhöht und die Maßhaltigkeit von aus dem Thermoplast durch Spritzgießen hergestellten Bauteile verbessert wird. Das Blenden wird in der Regel eingesetzt, um die Thermoplaste besser fließfähig, und temperatur- und chemikalienbeständiger zu machen, sowie um die mechanischen Eigenschaften, z. B. die Schlagzähigkeit, zu verbessern.

Weiterhin ist es bekannt, Thermoplasten Fasern in Form von Faserabschnitten mit einer mittleren Faserlänge über 1,5 mm zuzusetzen. Derartige Thermoplaste sind aber für einige Anwendungen nicht ausreichend maßhaltig; außerdem läßt die Schlagzähigkeit zu wünschen übrig. Es kommt hinzu, daß temperatur- bzw. scherempfindliche Polymere bei mehrmaligen Aufschmelz- und Verarbeitungsvorgängen, beispielsweise beim nachträglichen Einarbeiten von Füllstoff, abgebaut werden.

Aus der DE 40 16 784 C2 (entspr. US-Patent 5,110,275) ist ein Extruder bekannt, dem Glasfasern in Form eines Faserstranges, eines sogenannten Faser-Rovings, derart zugeführt werden, daß im Extruder eine ausreichende Benetzung mit dem aufgeschmolzenen Kunststoff erfolgt.

Aus der EP 0 835 175 A (entspr. US Ser.No. 08/669 710) ist eine Imprägniervorrichtung bekannt, in der die dem Extruder zuzuführenden Faser-Rovings mit einem Kunststoff imprägniert werden.

Den bekannten Extrudern ist gemeinsam, daß die Fasern zu sogenannten Kurzfasern, d. h. zu sehr kurzen Stücken von 0,2 bis 0,7 mm Länge, zerbrochen werden.

Aus der EP 0 056 703 B2 ist ein sogenanntes Pulltrusions-Verfahren bekannt, bei dem endlose Faserstränge durch eine Kunststoffschmelze gezogen werden, um hierdurch einen Verbundwerkstoff zu bilden. Hierbei bleiben zwar die Fasern über ihre volle Länge erhalten; dieses Verfahren ist aber nur mit sehr niedrigviskosen Kunststoffschmelzen ausführbar und daher nur begrenzt einsetzbar.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der gattungsgemäßen Art so auszustalten, daß die erzeugten Thermoplaste hohe mechanische Festigkeit und hohe Schlagzähigkeit sowie Splitterfreiheit beim Bruch und hohe Maßhaltigkeit beim Spritzgießen aufweisen, und einen Doppel-Schnecken-Extruder zur Durchführung des Verfahrens bereitzustellen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale im Kennzeichnungsteil des Anspruches 1 gelöst. Durch die Kombination der dort angegebenen Verfahrensschritte lassen sich Thermoplaste herstellen, die beim Spritzgießen zu einem besonders genau maßhaltigen Produkt mit hoher mechanischer Festigkeit und hoher Schlagzähigkeit sowie Splitterfreiheit beim Bruch aufweisen. Letzteres wird insbesondere durch die langen Faserabschnitte bewirkt. Dieser Thermoplast ließ sich bisher in einem einstufigen Prozeß nicht herstellen. Durch den erfindungsgemäß einstufigen Herstellungsprozeß wird es auch möglich,

besonders temperatur- und scherempfindliche Polymere, wie z. B. Polyester, einzusetzen. Zum Beispiel lassen sich aus derartigen Thermoplasten Stoßfänger für Kraftfahrzeuge herstellen.

5 Der zur Durchführung des Verfahrens eingesetzte Extruder zeichnet sich insbesondere durch die Merkmale im Kennzeichnungsteil des Anspruches 7 aus. Hierbei erfolgt in der Faser-Einmischzone eine extrem schonende Behandlung des Kunststoffes und der Fasern, so daß diese nur in ge-  
10 ringem Umfang zerbrochen werden, also in einem statisch gemittelten Längenbereich von 1,5 bis 4 mm erhalten bleiben. Insbesondere ist es nach Anspruch 8 von Vorteil, wenn jeweils auf jeder Welle nur ein Mischelement, auf bei-  
15 den Wellen also nur ein Paar Mischelemente und anschlie-ßend vor dem nächsten Paar von Mischelementen ein Förder-Schneckeelement vorhanden ist.

Durch die Weiterbildung nach den Ansprüchen 9 bis 11 wird sichergestellt, daß die Glasfasern in den Kunststoff eingeschlossen werden und nicht aus diesem herausragen, was

20 bei der späteren Weiterverarbeitung auf Spritzgießmaschinen zu erheblichen Störungen führen könnte. Das nach Anspruch 12 vorgesehene vorherige Imprägnieren der Faser-Rovings ermöglicht eine gute und ausreichende Einmischung der Faserabschnitte in den Thermoplast, ohne daß es 25 hierzu eines intensiven Knetvorganges bedürfte, bei dem die Faserabschnitte zu sehr zerkleinert würden.

Weitere Merkmale, Vorteile und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels anhand der Zeichnung. Es zeigt

30 Fig. 1 eine Anlage zur Compoundierung von Kunststoffen mit Füllstoffen, Fasern und Blend in schematischer Seitenansicht,

**Fig. 2** einen Horizontalschnitt durch den in **Fig. 1** dargestellten Extruder,

35 **Fig. 3** einen Vertikalschnitt durch den in **Fig. 1** dargestellten Extruder und  
**Fig. 4** eine Vertikalschnitt durch den in **Fig. 1** angedeutete-

Die in Fig. 1 dargestellte Anlage zur Compoundierung

40 von gefüllten, modifizierten und langfaserverstärkten Kunststoffen weist einen auf einem Grundgestell 1 abgestützten Extruder 2 auf, dem eine Antriebseinheit 3 über eine Kupplung 4 vorgeordnet ist. In Förderrichtung 5 des

45 Extruders 2 münden eine Reihe von nachfolgend beschriebenen Einrichtungen in dessen Gehäuse 6 ein. Benachbart zur Kupplung 4, also in Förderrichtung 5 am stromaufwärts-

gen Ende mündet ein Zuführtrichter 7 in das Gehäuse 6. Hierdurch werden aufzubereitendes Polymer, beispielsweise Polyester als Matrixmaterial und Blend dem Extruder 2 dosiert zugeführt. In Förderrichtung 5 dem Zuführtrichter 7 nachgeordnet, mündet ein zweiwelliger Schnecken-Förderer 8 in das Gehäuse 6, mittels dessen Füllstoff zugeführt wird. Dieser wird in einer dem Förderer 8 vorgeordneten Dosiervorrichtung 9 dosiert. Der Einmündung des Förderers

55 8 in Förderrichtung 5 nachgeordnet ist eine Entgasungsöffnung 10 vorgesehen, durch die eine Entgasung und Entlüftung gegenüber Atmosphäre, also nicht unter Vakuum erfolgt. Dieser Entgasungsöffnung 10 nachgeordnet ist im Gehäuse 6 eine Einführöffnung 11 für Faser-Rovings 12, und

60 zwar insbesondere Glasfaser-Rovings vorgesehen. Es können auch mehrere Einführöffnungen 11 vorgesehen sein.

65 hen auch mehrere Einführöffnungen 11 vorgesehen sein. Diese werden als Stränge von entsprechenden Wickeln 13 abgezogen, gegebenenfalls durch eine Imprägnier-Vorrichtung 14 geführt, und dann durch die Einführöffnung 11 in das Gehäuse 6 eingeführt. Der Imprägnier-Vorrichtung 14 ist ein Speiseextruder 15 zur dosierten Zuführung des Imprägniermittels vorgeordnet, bei dem es sich um Matrixmaterial handelt. Eine derartige Imprägnier-Vorrichtung 14 ist

aus der EP 0 835 175 A (entspr. US- Ser.No. 08/669 710, entspr. JP Hei-9-504 155) bekannt, worauf bezüglich der Einzelheiten ausdrücklich verwiesen wird. Weiter stromab in Förderrichtung 5 ist eine Vakuum-Entgasungs-Öffnung 16 im Gehäuse 6 vorgesehen. Am stromabwärtsigen Ende des Gehäuses 6 ist ein Spritzkopf 17 vorgesehen. Diesem ist ein angetriebenes Förderband 18 nachgeordnet.

Der innere Aufbau des Extruders 2 geht aus den Fig. 2 und 3 hervor. Das Gehäuse 6 weist in der üblichen Weise zwei einander durchdringende Gehäusebohrungen 19, 20 auf, hat also einen etwa 8-förmigen Innenquerschnitt. In diesen Gehäusebohrungen 19, 20 sind zwei zu deren Mittellängs-Achsen 21, 22 konzentrische Wellen 23, 24 angeordnet, die von der Antriebs-Einheit 3 über die Kupplung 4 gleichsinnig drehend angetrieben werden. Im Bereich des Zuführtrichters 7, also im Bereich einer Einzugszone 25 sind auf den Wellen 23, 24 miteinander kämmende Schneckelemente 26 angebracht, an die sich in einer Aufschmelzzone 27 auf den Wellen 23, 24 angebrachte Knetelemente 28 anschließen. Derartige in einem sogenannten Knetblock angeordnete Knetelemente 28 sind beispielsweise aus der EP 0 160 124 B1 (entspr. US-Patent 4824 256) bekannt, worauf verwiesen werden darf. Mittels solcher Knetelemente 28 wird der vom Zuführtrichter 7 mittels der Schneckelemente 26 zugeführte Kunststoff in einem intensiven Knet- und Scher-Prozeß aufgeschmolzen, wobei die gegebenenfalls bereits im Zuführtrichter 7 zugegebenen Additive und der Blendpolymer aufgeschmolzen und eingeschmolzen werden.

An die als Knetblöcke ausgebildeten Knetelemente 28 schließen sich wiederum der Förderung dienende, mit den Schneckelementen 26 gleichartige Schneckelemente 29 an. Diese erstrecken sich über eine Füllstoff-Zugabezone 31, in der der Schnecken-Förderer 8 in das Gehäuse 6 einmündet durch die eine Rückwärtsentlüftung entgegen der Förderrichtung 5 gegen Atmosphäre erfolgt. Zwischen den Knetelementen 28 und der Einmündung des Schnecken-Förderers 8 mündet eine Entlüftungsöffnung 10a aus dem Gehäuse 6, durch die eine Rückwärtsentlüftung entgegen der Förderrichtung 5 gegen Atmosphäre erfolgt. Die Füllstoffe werden in einer Füllstoff-Einmischzone 32 in den Kunststoff eingemischt, in dem wiederum grundsätzlich mit den Knetelementen 28 gleichartige Knetelemente 33 auf den Wellen 23, 24 angebracht sind, die ebenfalls in Form von sogenannten Knetblöcken vorliegen. Zwischen den Knetelementen 33 und der Einführöffnung 11 für Faser-Rovings 12 ist die Entgasungsöffnung 10 vorgesehen. An die Füllstoff-Einmischzone 32 schließt sich eine Faser-Zugabezone 34 an, in der auf den Wellen 23, 24 wiederum Schneckelemente 35 angebracht sind, die mit den Schneckelementen 26 und 29 grundsätzlich gleich ausgebildet sind. In diese Faser-Zugabezone 34 mündet die Einführöffnung 11 für Faser-Rovings 12 ein. Dieser Bereich kann grundsätzlich so ausgebildet sein, wie es in der DE 40 16 784 C2 (entspr. US-Patent 5,110,275) dargestellt und beschrieben ist, worauf ausdrücklich verwiesen wird.

Dieser Faser-Zugabezone 34 schließt sich eine Faser-Einmischzone 36 an, in der die Glasfasern schonend, d. h. ohne wesentliche Zerstörung in das mit Füllstoffen gefüllte und zusätzlich mit Blendpolymer versehenen durch Polymer gebildete Matrixmaterial als sogenannte Langfasern eingeschmolzen werden. Damit diese schonende Einmischung erfolgt, sind auf den Wellen 23, 24 im axialen Abstand voneinander Mischelemente 37, 38 vorgesehen, wobei jeweils an ein Paar Mischelemente 37 bzw. 38 sich der Förderung dienende Schneckelemente 39, 40 anschließen. Diese Mischelemente 37 bzw. 38 können sowohl als Zahnmischelemente ausgebildet sein, wie sie aus der EP 0 537 450 B1 (entspre-

chend US-Patent 5,318,358) bekannt sind, oder sie können als Mischelemente ausgebildet sein, wie sie aus der DE 44 26 441 A1 (entspr. US-Patent 5,593,227) bekannt sind, worauf jeweils ausdrücklich verwiesen wird. Bei der Herstellung von faserverstärkten Strängen zur Granulatherstellung werden die Fasern der Faser-Rovings 12 zu Faserabschnitten von im Mittel über 1,0 mm und insbesondere von 1,5 bis 4,0 mm zerschnitten. Bei der Herstellung von faserverstärkten Bändern und Profilen kann die Länge der Faserabschnitte im Mittel 10 bis 50 mm betragen. Je mehr Mischelemente 37 bzw. 38 vorgesehen sind, bzw. je mehr spezifische Energie über die Wellen 23, 24 eingeleitet wird, um so kürzer werden die Faserabschnitte.

An die Faser-Einmischzone 36 schließt sich eine der Vakuum-Entgasungs-Öffnung 16 zugeordnete Entgasungszone 41 an, an die sich wiederum eine Druckaufbauzone 41a anschließt. In diesen Zonen 41, 41a sind ebenfalls wieder die geschilderten Schneckelemente 42 vorgesehen.

Der Spritzkopf weist – wie üblich – einen sich verjüngenden Austrittskanal 43 auf, der in mehrere Düsenkanäle 44 einmündet, die in einer sogenannten Lochleiste 45 ausgebildet sind, die frontseitig an den Spritzkopf 17 angeschraubt ist. Jeder Düsenkanal weist einen verjüngten Kanalabschnitt 46 auf, für dessen Öffnungswinkel  $\alpha$  gilt  $\alpha < 30^\circ$ . Die Verjüngung dieses Kanalabschnitts 46 bzw. seine Querschnittsreduktion in Förderrichtung 5 erfolgt über eine lange Strecke, so daß die Beschleunigung des durch den Düsenkanal 46 austretenden Materials langsam und stetig erfolgt. Der sich anschließende zylindrische Kanalabschnitt 47 hat einen Durchmesser  $d$  und eine Länge  $l$ , die verhältnismäßig groß ist im Vergleich zum Durchmesser. Es gilt  $l/d \leq 5$ , wobei dieses Verhältnis um so größer ist, je kleiner der Durchmesser  $d$  ist. Durch diese optimierte Ausgestaltung der Düsenkanäle 44 in der Lochleiste 45 wird erreicht, daß die im Kunststoff enthaltenen Langfasern nicht wieder abgeschält werden, sondern im extrudierten Kunststoffstrang eingeschlossen sind und bleiben. Die nebeneinander auf das Förderband 18 extrudierten Kunststoffstränge werden einer nicht mehr dargestellten Granulierzvorrichtung zugeführt und zu Granulat zerkleinert. Dadurch, daß die Langfasern nicht aus den einzelnen Kunststoffsträngen austreten, wird sichergestellt, daß die einzelnen Granulatkörper eine glatte Oberfläche haben und somit rieselfähig sind, was für die Schwerkraftzuführung zu einer Spritzgießmaschine oder dergleichen wichtig ist. Wenn kein Granulat hergestellt wird, sondern Bänder oder Profile extrudiert werden, dann können bekannte übliche Düsen eingesetzt werden.

Rezepturbereiche sind

30–70 Gew.-% Polymer,  
50 bis 50 Gew.-% Füllstoff, üblicherweise Talcum, Kreide, usw.,  
bis 50 Gew.-% Blendpolymer,  
5 bis 50 Gew.-% Faser, üblicherweise Glas, Kohlefaser,  
bis 20 Gew.-% Additive.

Ein Rezepturbeispiel ist  
49 Gew.-% Polypropylen (PP) als Matrixmaterial,  
25 Gew.-% Talcum als Füllstoff,  
10 Gew.-% Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk (EPDM) als Blendpolymer,  
15 Gew.-% Glasfasern,  
1 Gew.-% Additive.

Die Gewichtsprozent (Gew.-%) -Angaben beziehen sich jeweils auf das Gesamtgewicht des fertigen Thermoplastes.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von gefüllten, modifizierten und mit Fasern verstärkten Thermoplasten durch

Vermischen von Polymeren, Blendpolymeren, gegebenenfalls Additiven, Füllstoffen und Fasern, dadurch gekennzeichnet, daß auf einem Doppel-Schnecken-Extruder (2) mit gleichsinnig antreibbaren Wellen (23, 24) folgende 5 Verfahrensschritte in einer Förderrichtung (5) ausgeführt werden:

- Polymer und Blendpolymer werden einer Einzugszone (5) dosiert zugeführt,
- Polymer und Blendpolymer werden in einer 10 Aufschmelzzone (27) aufgeschmolzen und gemischt,
- Füllstoff wird in eine Füllstoff-Zugabezone (31) eingeführt,
- Polymer, Blendpolymer und Füllstoff werden 15 in einer Füllstoff-Einmischzone gemischt und geknetet,
- Faser-Rovings (12) werden in eine Faser-Zugabezone (34) eingezogen,
- die Fasern werden in einer Faser-Einmischzone 20 (36) zu langen Faserabschnitten von mindestens 1,0 mm mittlerer Länge geschnitten und eingeschmolzen,
- in einer Entgasungszone wird unter Vakuum 25 ent gast und
- der gefüllte, modifizierte und mit langen Faserabschnitten verstärkte Thermoplast wird in einer Austragszone ausgetragen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, von der Zuführung der Füllstoffe her entgegen der Förderrichtung (5) eine atmosphärische Rückwärtsentlüftung durchgeführt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der Füllstoff-Einmischung und der Zugabe der Faser-Rovings (12) eine atmosphärische Entlüftung und Entgasung erfolgt.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Herstellung von Granulat die Fasern zu Faserabschnitten mit einer mittleren Länge von 1,5 bis 4,0 mm zerschnitten werden.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Herstellung von Bändern oder Profilen die Fasern zu Faserabschnitten mit einer mittleren Länge von 10 bis 50 mm zerschnitten werden.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, die Faser-Rovings (12) vor dem Einzug in die Faser-Zugabezone (34) mit einem Teil des Polymers imprägniert werden.

7. Doppel-Schnecken-Extruder (2) zur Durchführung 50 des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 6, gekennzeichnet durch,

- ein Gehäuse (6),
- im Gehäuse (6) parallel zueinander angeordnete gleichsinnig drehantreibbare Wellen (23, 24), 55
- auf den Wellen (23, 24) angebrachte Schnecken- kenelemente (26, 29, 35, 39, 40, 42) und Knetelemente (28, 33),
- eine Zuführöffnung (7) für Polymer und Blend- polymer,
- eine in Förderrichtung (5) stromabwärts von 60 der Zuführöffnung (7) vorgesehene Aufschmelz- zone (27),
- eine in Förderrichtung (5) stromabwärts von der Füllstoff-Zuführeinrichtung (8) vorgesehene Füllstoff-Einmischzone (32),
- mindestens eine in Förderrichtung (5) stromab- wärts von der Füllstoff-Einmischzone (32) vorge-

sehene, in eine Faser-Zugabezone (34) einmündende Einführöffnung (11) für Faser-Rovings (12),

- eine stromabwärts von der Faser-Zugabezone (34) ausgebildete Faser-Einmischzone (36), in der auf den Wellen (23, 24) jeweils abwechselnd ein Paar Mischelemente (37, 38) und Förder-Schnecken- kenelemente (39, 40) angebracht sind,
- eine stromabwärts von der Faser-Einmischzone (36) vorgesehene Vakuum-Entgasungszone (41a) und
- ein in Förderrichtung (5) nachgeordneter Spritzkopf (17).

8. Extruder (2) nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß in der Faser-Einmischzone (36) auf jeder Welle (23, 24) jeweils paarweise nur ein Mischelement (37, 38) und nachfolgend ein Förder-Schnecken- element (39, 40) vorgesehen ist.

9. Extruder (2) nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Spritzkopf (17) mindestens einen Düsenkanal (44) mit einem sich in Förderrichtung (5) stetig verjüngenden Kanalabschnitt (46) aufweist, für dessen Öffnungswinkel  $a$  gilt:  $a < 30^\circ$ .

10. Extruder (2) nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß an den sich verjüngenden Kanalabschnitt (46) sich ein zylindrischer Kanalabschnitt (47) mit einer Länge (l) und einem Durchmesser (d) anschließt, wobei das Verhältnis  $l/d$  groß ist.

11. Extruder (2) nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß für das Verhältnis  $l/d$  gilt:  $l/d \leq 5$ .

12. Extruder (2) nach einem der Ansprüche 7 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Einführöffnung (11) für Faser-Rovings (12) eine Imprägnier-Vorrichtung (14) für die Faser-Rovings (12) vorgeordnet ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

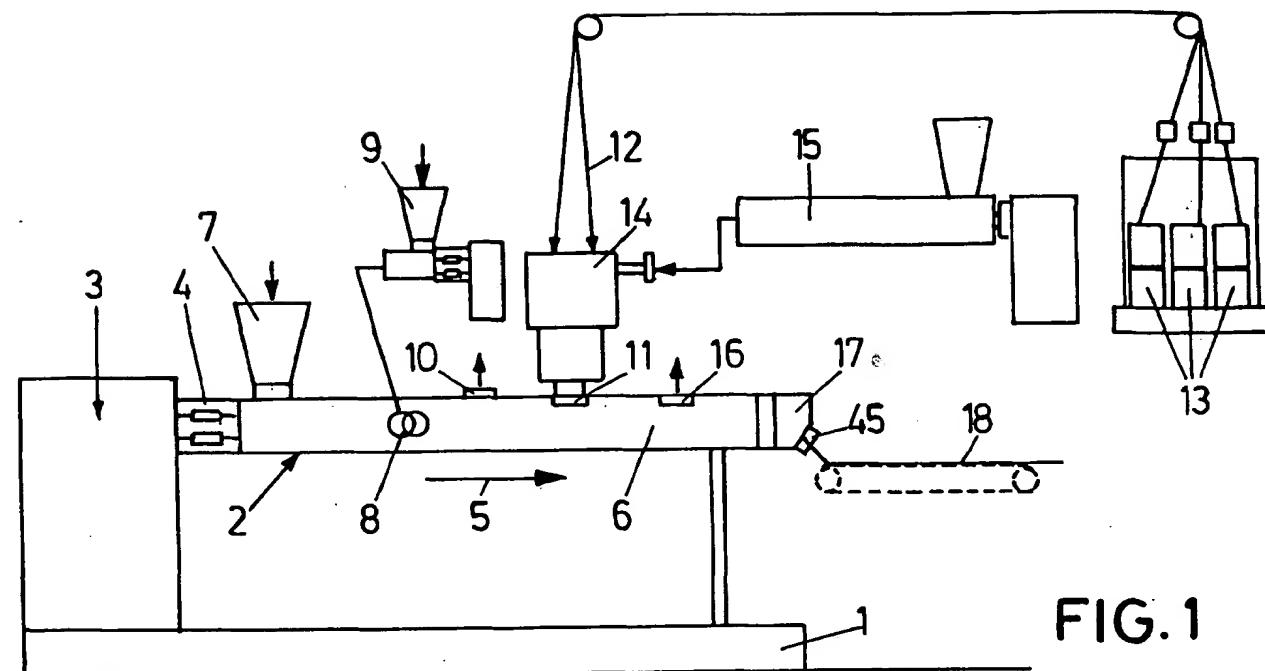


FIG. 1

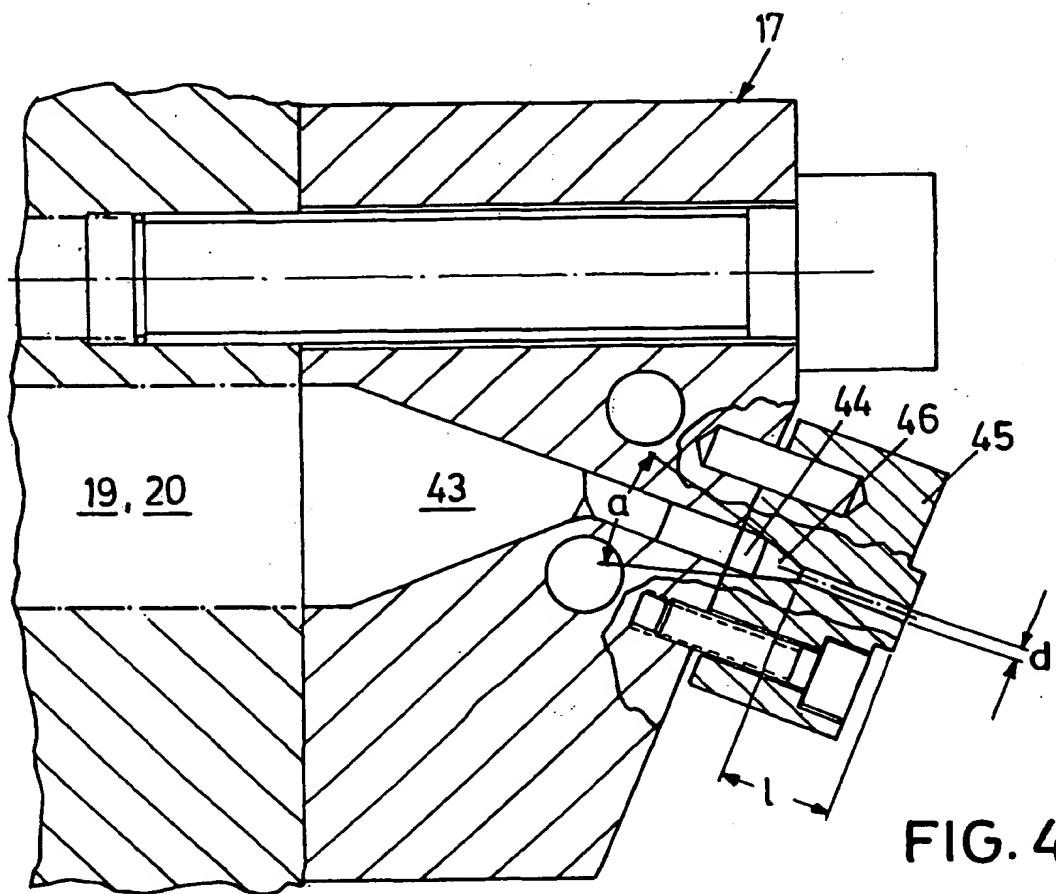


FIG. 4

FIG. 2

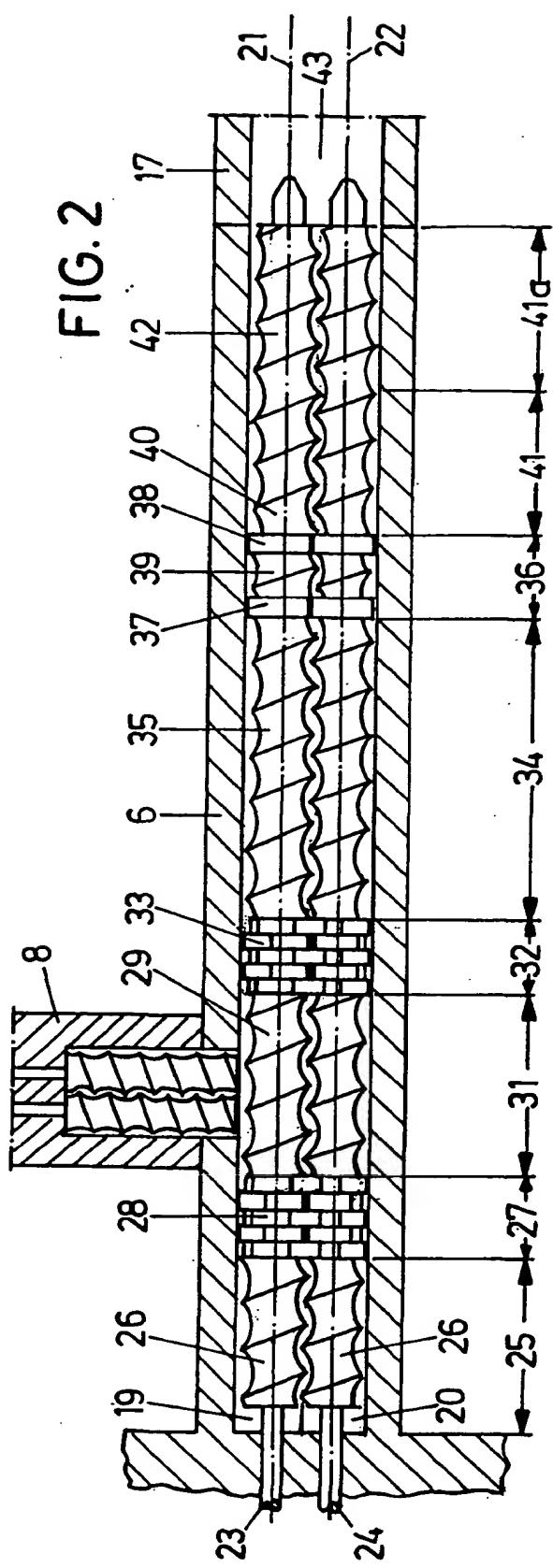


FIG. 3

